

DISEÑO DE UN TÚNEL PARA LAVADO EXTERIOR DE LOS CILINDROS PARA GLP 15KG.

Johnny Espinoza Tello¹, Ernesto Martinez²

¹Ingeniero Mecánico 2006; (email: jeespino4@hotmail.com)

²Director de Tesis, Ingeniero Mecánico, Escuela Superior Politécnica del Litoral, 1983, Profesor, (email: emartine@espol.edu.ec)

RESUMEN

La presente tesis de grado presenta el diseño de un túnel para realizar la limpieza exterior de los cilindros para GLP de 15 Kg con diferentes etapas de lavado. La línea de llenado de los cilindros GLP de la empresa C.E.M. LOJAGAS instalada en 1991 su planta envasadora ubicada en la ciudad de Catamayo cumplía con la norma UNIT-ISO 9001 vigente a la fecha de instalación. Actualmente la norma UNIT-ISO 9001 a sido modificada de tal manera que incluye como parte del mantenimiento de los cilindros de GLP el lavado de estos, por lo cual se requiere la instalación y operación de un equipo de lavado con la finalidad de mejorar el aspecto de los envases de GLP y poder cumplir con la norma establecida lo cual es motivo para la realización de este proyecto. El presente diseño se basara en lavadoras similares tales como lavadoras de cajas plásticas, botellas gaseosas, lavadoras de vehículos, lavadora de Bidones 20lts para agua. Por lo cual se debería realizar ciertas visitas a industrias que tengan estos equipos y con estas observaciones se establecerá el modelo y con los parámetros requeridos se procederá al diseño definitivo. Por lo que después de analizar diferentes alternativas se decide a construirla localmente para la cual he sido contratado para realizar el diseño de este equipo; donde se aplicara de manera practica los conocimientos adquiridos en las diversas ramas de la ingeniería mecánica y en combinación con otros métodos para resolver un problema dentro de la industria nos va permitir obtener resultados beneficiosos así obteniendo un plan de trabajo para el desarrollo del diseño y posteriormente llevar a cabo la construcción del sistema de lavado con sus diferentes procesos para obtener los niveles de conformidad que se requiere y de esta manera halla una satisfacción total de los clientes al tener este tipo de equipo dentro de la planta envasadora que permita quitar la suciedad soluble en el exterior de los cilindros. Al final del presente obtener una maquina de fácil operación, fácil mantenimiento y con partes que se adquieran en el mercado local y bajo costo

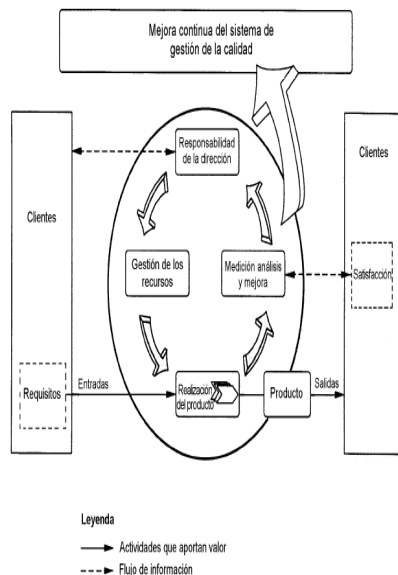
SUMMARY

The present thesis gives degree it presents the design a tunnel to carry out the external cleaning of the cylinders for GLP 15 Kg with different stages of lavado. La line of filled to the cylinders GLP of the company C.E.M. LOJAGAS installed in 1991 its plant to pack, it is locate in the city gives Catamayo it fulfilled the norm UNIT-ISO 9001 effective to date of installation. At the moment the norm UNIT-ISO 9001 had been modified give such a way that includes like part gives the maintenance to the cylinders GLP the laundry, it is the reason why the installation is required and operation gives a washing harness with the purpose to improve the aspect of the containers GLP and power to fulfill the established norm that which is reason for the realization this proyecto. El present design it was based on such similar washers as washers plastic boxes, gassy bottles, washers give vehicles, washer gives Drums 20lts for water . that which should be carried out certain visits to industries that have these hardwares and with these observations the pattern will settle down and with the required parameters you will proceed to the definitive design. For that that after analyzing different alternative it decides to build it locally for which I have been hired to carry out the design this machine; where it was applied to give way to practice the knowledge acquired in the diverse branches of the mechanical engineering and in combination with other methods to solve a problem inside the industry goes us to allow to obtain beneficial results obtaining a plan he/she gives this way work for the development the design and later on to carry out the construction gives the sistema to laundry with their different processes to obtain the levels to conformity that is required and give this way it finds a total satisfaction to the victims when having this type of machine inside the plant envasadora that allows to remove the overseas soluble dirt he/she gives the cylinders. At the end of the present to obtain one it schemes to easy operation, easy maintenance and with parts that are acquired in the market local and low cost

1.INTRODUCCIÓN

El Gas Licuado de Petróleo es la principal fuente de energía de hogares de nuestro país , por lo cual la industria del GLP esta entrando en un crecimiento por el aumento de la población por tal razón se esta incrementando la producción en las diferentes plantas envasadoras

donde debe contar con equipos y procesos que cumplan con las normas de seguridad y calidad. Dentro del proceso de envasado se encuentra la sección de limpieza, en nuestro país casi no se realiza el lavado exterior de los cilindros, por tal motivo se busca la mejora de los procesos para la obtención del producto y halla una satisfacción total de los clientes y tener un sistema de calidad para cumplir con la Norma ISO 9001, donde uno de los pasos ;es la mejora en el aspecto de los cilindros para la venta. En la figura1. se muestra el sistema de calidad



basado en procesos.

Figura1. Modelo de un Sistema de Gestión de Calidad Basada en Procesos

Antes de proceder con el diseño, primero se dará a conocer los diferentes aspectos que se debe tomar en cuenta en las instalaciones de una planta envasadora.

2.Planta de Envasado del G.L.P.

La operación de la planta se hara con personal del lugar quienes tendrán previamente una capacitación en :

-Composición, propiedades y comportamiento del GLP .

-Reconocimiento de las instalaciones de la planta.

-Comportamiento de una nube de gas.

-Sistema contra incendio.

-Utilización de la planta de GLP.

-Simulacro de fuga de gas.

-Actuación de sistema contra incendios.

2.1 Tanques Estacionarios

La planta dispondrá de un tanque estacionario de 12000 galones de capacidad(en volumen de agua), considerando que el tanque se llena al 85% de su capacidad, tendremos un almacenamiento de 10200 galones, a esto le restaremos aproximadamente un 5% por concepto de merma con el cual tendremos un total de 9600 galones de GLP como volumen útil de almacenamiento.

En la figura 2 se muestra dos tanques estacionarios.



Figura 2 Tanques Estacionarios

Se ha determinado que diariamente se envasara un volumen aproximado de 2000 galones de GLP, por lo tanto el tanque estacionario abastecerá a la planta por 5 días útiles ; para prevenir problemas de abastecimiento el tanque deberá ser llenado cada 3 o 4 días útiles de trabajo con un volumen aproximado de compra de 7000 galones de GLP, esto para tener un stock de reserva de 2600 galones, suficiente para tener operativa la planta durante un día y medio.

Las características del tanque estacionario se resumen en la tabla siguiente:

Tabla I Características del Tanque Estacionario

Capacidad	1200 galones USA
Material	Acero de 1" de espesor
Diámetro	2.40m
Longitud de parte cilíndrica	8.50m
Diámetro de tapas semiesféricas	2.40m
Presión de diseño	250 psi
Presión de prueba	375 psi
Presión de trabajo	160 psi

En general las tuberías para GLP serán de acero al carbono ASTM A53-GrB A106 Gr11 cédula 80 roscadas. Adicionalmente las empaquetaduras de las tuberías serán de material resistente al fuego y al GLP garantizando su hermeticidad, su punto de fusión debe de estar por encima de los 800 °C. Asimismo se contará con accesorios como válvula interna, válvula de exceso de flujo, válvula de sobrepaso (llamada también de desvío, bypass), válvula de llenado , válvula de cierre de emergencia (shut off), válvula (pull away), válvulas para el llenado semiautomático de cilindros , válvula de alivio medidor rotatorio(rotary gauge), etc.

2.2.Descripción del Proceso de Envasado

El gas licuado de petróleo adquirido para su envasado provendrá directamente desde una de las filiales de Petrocomercial.

Se contará con dos tanque estacionario, dos bombas de transferencia de GLP,un punto de recepción desde el autotanque ,un punto de llenado de los cilindros y dos compresores de GLP. Adicionalmente existirá un tanque pulmón al cual se depositara los restos de GLP de los cilindros vacíos.

El autotanque ingresara por una de las puertas y se estacionara junto a la boca de llenado del tanque estacionario, el operador del camión debe de inmovilizar el camión mediante unos tacos de madera.

Antes de efectuar las conexiones de las mangueras tanto al punto de llenado como al punto de compensación de vapores el conductor debe de conectar el autotanque al punto tierra por seguridad.

El trabajador responsable de recibir el GLP también debe de preparar su equipo contra incendio. En el caso de presentarse una dificultad,que no permita continuar con el envasado de GLP,sea por problemas en la válvula de salida del tanque cisterna o en las válvulas de los tanques estacionarios de

recepción, deberá comunicarse de inmediato, para iniciar las maniobras que posibiliten corregir este problema.

El trasiego de GLP se efectuara por bombeo desde el autotanque,mediante conexiones de mangueras para succión de GLP liquido y retorno de vapores de GLP del tanque estacionario al autotanque. Ambas instalaciones fijas próximas a las mangueras de trasiego estarán provistas de válvulas de cierre de emergencia.

El GLP será descargado en el tanque estacionario a través de una válvula de llenado de tipo válvula de retención. Finalizada la descarga del producto el autotanque procederá a retirarse de la planta.

En la figura 3 se muestra las bombas para el trasiego del GLP.



Figura 3 Bombas para el Trasiego del GLP

Una vez que ingresan los camiones de reparto de los cilindros a los distribuidores de gas, se estacionaran al lado derecho de la plataforma de llenado con el fin de descargar los restos de GLP de los cilindros vacíos hacia el tanque pulmón, esta descarga se realizara poniendo los cilindros de cabeza para que por acción de la gravedad el GLP salga de dichos cilindros, una vez que el tanque pulmón tenga un volumen aproximado del 80 % de su capacidad el contenido será trasegado hacia el tanque estacionario mediante una bomba con un motor de 5 HP de potencia.

Finalizado este proceso un trabajador procederá a hacer el control de calidad de los cilindros a fin de detectar las fallas mas comunes que se presentan, por ejemplo válvulas, casquetes y asas en mal estado y repararlos.

Una vez que los cilindros han sido reparados, estos pasan al área de prueba de hermeticidad, esta prueba consiste en llenar los cilindros con agua hasta un 85% de su volumen y luego mediante una compresora inyectarles aire hasta 200 psi de presión.

Una vez que los cilindros pasan esta prueba serán llevados al área de limpieza y pintado de cilindros donde se les pintara con el color y logotipo respectivo pasando finalmente a la plataforma de llenado de cilindros.

Una vez que los cilindros están en la plataforma de llenado, la carga de GLP a estos se efectuara por bombeo desde el tanque estacionario que estará provisto de una válvula interna de exceso de flujo en su conexión de salida.

El llenado de los cilindros con cierto caudal donde la cantidad será controlada de forma semiautomática mediante válvulas de llenado y balanzas, el tiempo para llenar los cilindros oscila desde 55 segundos hasta un minuto aproximadamente.

Para evitar daños en las bombas por bajo flujo, se instalara la válvula de retorno automático al tanque estacionario; la unidad compresora será utilizada para los automáticos de control de peso, es decir, estarán conectadas al sistema de balanzas para que cuando lleguen al peso indicado se accione y corte el flujo de GLP hacia los cilindros de gas.

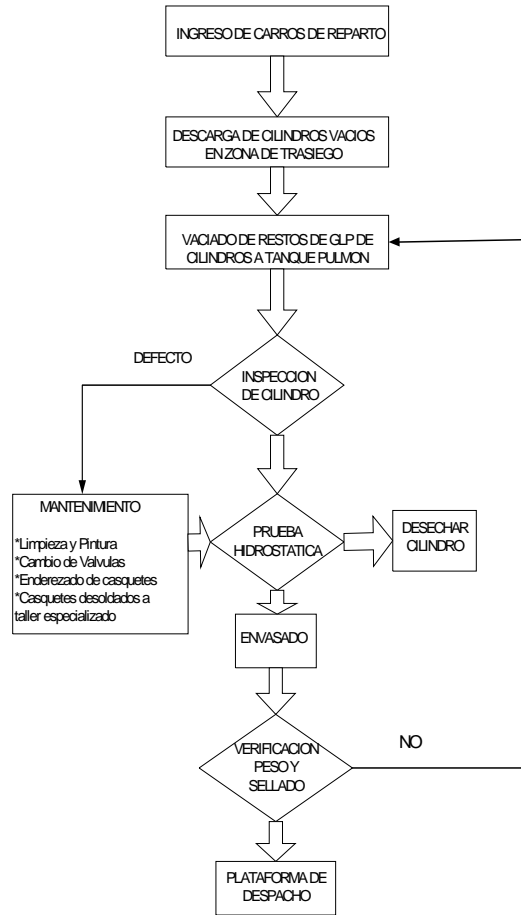
Luego de haber sido llenados los cilindros estos pasaran nuevamente un control de calidad en cuenta que los cilindros de 15 Kg deberán estar en el rango de $\pm 2,5\%$ y los de 45 Kg entre $\pm 1\%$ de su peso total. De no cumplir estas características los cilindros pasaran nuevamente al área de descarga para ser vaciados totalmente y ser nuevamente llenado. Si cumplen con los requerimientos de peso, el cilindro pasar a la plataforma de despacho de cilindros. El almacenamiento de los cilindros llenos se hara solamente en posición vertical y apoyados en sus bases.

En la figura 4 se muestra balanzas semiautomaticas



Figura 4 Balanzas Semiautomáticas

A continuación se muestra en la figura 5 el diagrama de flujo del proceso de la planta envasadora.



3.Sistemas de Lavado del Exterior

Diferentes países del exterior a implantado un sistema de calidad en sus procesos , por lo cual han adquirido del exterior diferentes sistemas de lavados, equipos de llenado y pruebas hidrostática de la compañía de Noruega Kosan Crisplant para cumplir con su sistema de calidad y dar mejoras en la venta de las botellas G.L.P. A continuación se muestra dos sistemas de lavado que están instalados en plantas del exterior.

Figura 6 Maquina lavadora para cilindros G.L.P.





El nuevo sistema de lavado de botellas de Kosan Crisplant

Figura 7. Sistema de Lavado

A la salida de cada cilindro de estos sistemas de lavado se obtiene cambios del aspecto de los cilindros tal como se muestra en la figura 8



Figura 8 Botellas G.L.P.

Estos sistemas de lavados permiten obtener cilindros con mejor aspecto, debido a esto sería bueno realizar un paso para la obtención de este producto con mejoras implantarlo en nuestro país y cumplir con la norma Iso 9001, por tal razón se realiza el diseño de una maquina similar que realice los mismos resultados con mayor capacidad y costos bajos.

4. Túnel para Lavado Exterior de Cilindros G.L.P.

Este sistema de lavado consta de cinco secciones la cuales son :

- Prelavado
- Lavado
- Enjuague
- Enjuague final
- Secado

Cada una de estas secciones son diseñadas para obtener resultados satisfactorios, cumpliendo con las normas de seguridad y

calidad (en la figura 9 se muestra el esquema de lavado en el interior del túnel.

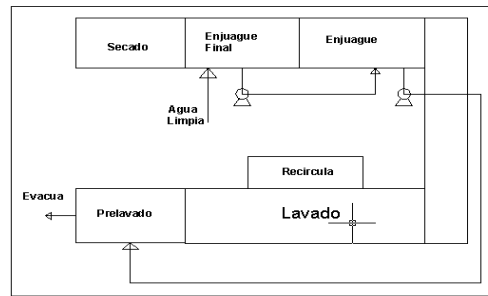


Figura 9 Esquema del sistema de lavado

El tiempo a utilizar en cada sección se muestra en la figura 10

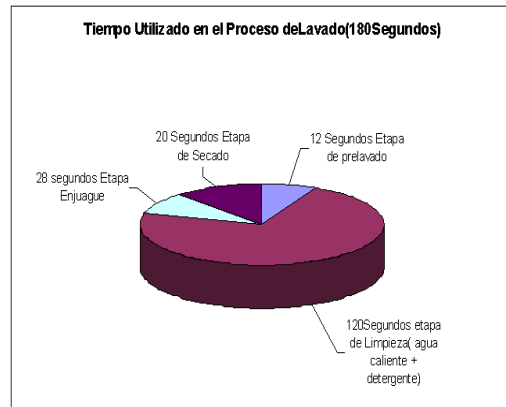


Figura 10 Diagramas de Tiempo de las etapas de Lavado

4.1Diseño de Forma.

El diseño de forma se basara en la observación de sistemas de lavados que se encuentran en la industria tales como lavadoras de cajas plásticas, botellas para gaseosas, bidones 20 litros para agua, también lavadoras de vehículos, lavadoras de cilindros del exterior teniendo estas excelente desempeño y de eviscerador automático para aves. A continuación se mostrara el diseño de forma del equipo.

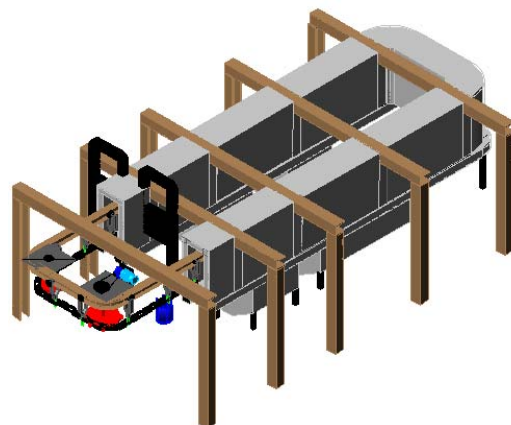


Figura 11 Diseño de Forma del Túnel de Lavado para Cilindros G.L.P.

Este sistema de lavado esta diseñado bajo las siguientes normas:

Norma EN 50014(Norma Europea)muestra la representación esquemática para el tipo constructivo de material eléctrico destinado a atmósferas explosiva.

Norma IEC(Comisión de Electrotecnia Internacional)

utiliza el sistema de Clase y División I. Las Clases identifican el riesgo presente como: Gases o vapores, polvo combustible y fibras inflamables. Divisiones definen la condición normal o anormal en la cual el material de riesgo puede estar presente . El sistema de Lavado debe estar diseñado para uso en zonas de peligro con clasificación Zona 1 de acuerdo a la norma IEC.

Norma NEC(Código Eléctrico Nacional)art. 500 (trata de la instalación eléctrica de equipos en áreas explosiva).

Norma de la Directiva Atmósferas EXplosivas (ATEX) 94/9/EC (equipos y sistemas de protección de uso en atmósfera potencialmente explosiva).

4.2Transportador Aéreo

El transportador aéreo es el mecanismo usado para mover los cilindros en el interior del túnel a baja lineal obtenida por las R.P.M. de un engrane que es impulsado por un motorreductor, cada diente va unido a un eslabón de una cadena que va unido a unos trolley, de esta manera es impulsado cada cilindro para que obtenga un mejor aspecto al final del proceso de lavado. La figura 10 muestra como va montado cada cilindro en el trolley

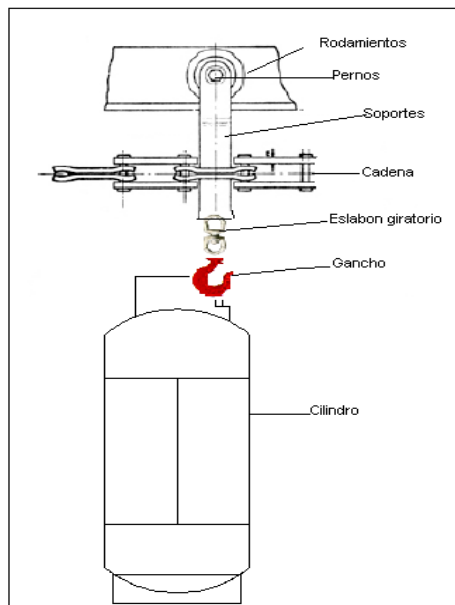


Figura 12 Elementos del transportado aéreo

Las partes del transportador aéreo son diseñadas y seleccionadas tal como :

- a) Perfil guía
- b)Estructura para soportar el perfil guía y las cargas que soporta.
- c) Motorreductor.
- d) Engrane.
- e)Soportes , cadenas , ganchos y rodamientos de goma.

La estructura es diseñada por un programa para diseño de estructura como es el SAP2000 en la figura 13 se muestra el diseño del pórtico mediante el programa SAP200

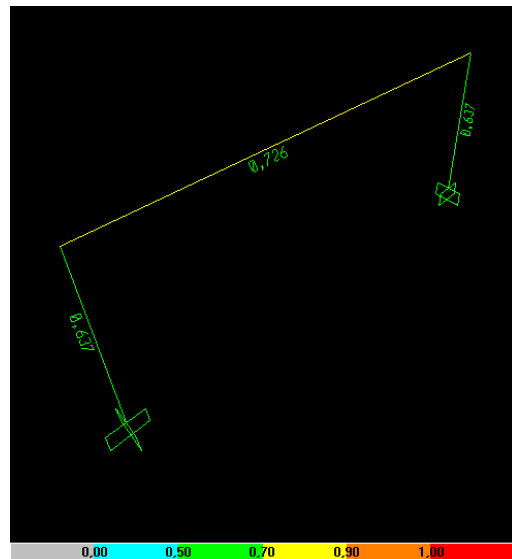
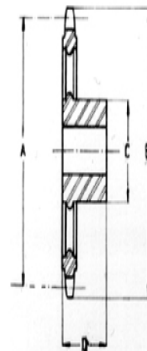


figura 13 Diseño del Pórtico

Los otros componentes son seleccionados mediante tablas después de diversos cálculos tales como inercias, cargas y parámetros del proceso que permiten obtener las velocidades lineales y la R.P.M.

En la tabla II y III se muestra las medidas de engranes ,cadenas y trolley para el transportador aéreo

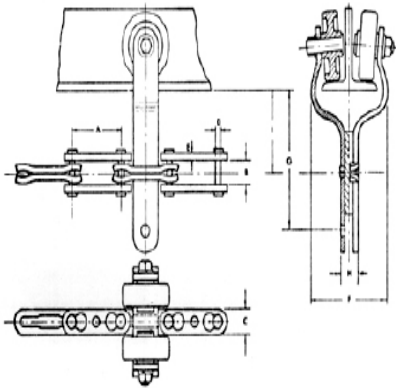
Tabla II Medidas de Engranes para transportador aéreo



ENGRANAJES					
Paso	Dientes	A	B	C	D
50,8	12	392,4	420	100	85
101,4	13	844	873	120	90
101,4	14	907,1	939	120	90
101,4	16	1041	1071	120	90

Tabla III Medidas de la cadena y trolley

CADENA							TROLLEY		
A	B	C	D	E	Carga de Rotura	Peso por Metro	F	G	H
50,8	12	19	6,5	4,7	3000	1,5 kg	80	100	19
101,2	20	38	15	4,7	3000	4 kg	100	140	37
101,2	20	38	15	6,35	6000	6 kg	100	140	37



Selección de Bombas

La selección de la bomba se obtiene del caudal en cada etapa de lavado y las pérdidas tal como es el Proceso de enjuague deberá estar compuesto de dos secciones una de enjuague y otra de enjuague final, debe tener cuatro ramales en la red de tubería, la misma cantidad tendrá la etapa de prelavado y enjuague final (En la figura 14 se muestra el isométrico de los ramales de la red tuberías), el agua deberá estar mezclada con un agente tensoactivo para reducir la tensión superficial para que en la siguiente etapa halla mejor facilidad para lograr el secado de los cilindros GLP. Por lo tanto, se selecciona la bomba para un consumo de agua de $Q = 9.04$ GPM en la etapas de prelavado, enjuague y enjuague final.

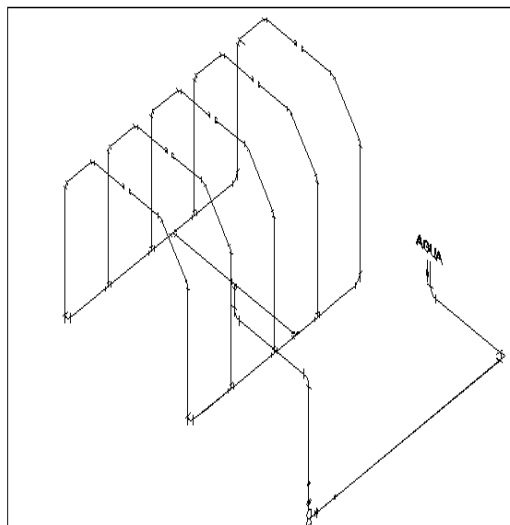


Figura 14 Isométrico de Tuberías del Sistema de Enjuague

SUCCIÓN

La succión del agua será a 6.6 ft de longitud de tubería se usa 1 codo 90°. La pérdidas por fricción para tubería de 2" va ser 1.1 ft / 100 ft de longitud de tubería la longitud total equivalente de un codo a 90° es 5.5 ft Entonces las pérdidas son

$$\text{Longitud total equivalente} = 5.5 + 6.6 = 12.1 \text{ ft}$$

$$h_{fs} = (12.1/100)(1.1) = 0.13$$

Añadiendo el 15% tal como se recomienda la pérdida es:

$$h_s = 0.13 \times 1.15 = 0.15 \text{ ft}$$

DESCARGA

Como la red de tuberías debe tener cuatro ramales en la descarga de igual altura y distancias especificada en la sección de lavado, de los cálculos anterior en la etapa de lavado las pérdidas en la descarga esta son:

$$h_{fd} = 12.91 \text{ ft} / 100 \text{ ft de tubería}$$

La red de tuberías tendrá 6 codos 90°, 5 T y 16 codos 45°

$$\text{Longitud equivalente de tubería} = 6(2.7) + 5(2) + 16(1.3) = 47 \text{ ft}$$

$$\text{Longitud total equivalente} = 86 + 47 = 133 \text{ ft}$$

$$h_{fd} = (133/100)(12.91) = 17.2 \text{ ft}$$

Añadiendo el 15 % tal como se recomienda la pérdida es:

$$h_{fd} = 17.2 \times 1.15 = 19.74 \text{ ft}$$

La carga dinámica de descarga es:

$$h_d = 6.3 + 19.7 = 26.04 \text{ ft}$$

La carga dinámica total del sistema es:

$$H = h_d + h_s = 26.04 + 0.15 = 26.2 \text{ ft}$$

Con este dato $H = 26.2$ ft y $Q = 9.04$ GPM se selecciona la bomba para el enjuague y otra para el enjuague final

El proceso de lavado se lo puede obtener con la misma forma de calculo.

La sección de secado consta de dos secciones de ventiladores centrífugos que por cada cilindro que pasa en esta sección le realiza la purga de agua, esta sección es la final del proceso de lavado

5.CONCLUSIONES

Este sistema de lavado es de gran utilidad por que va permitir mejorar un punto importante en la industria del Ecuador debido a que no se realiza la limpieza exterior de los cilindros. Este es un paso para el cambio y mejora de los procesos y aplicación de un sistema de calidad que es uno de los objetivos.

El equipo esta diseñado para una gran capacidad de lavado, a su vez es confiable posee facilidades para realizarle mantenimiento cuando se requiera y con una gran ventaja que es el ahorro de agua .

El presente trabajo es de gran importancia y utilidad ya que permite reducir los tiempos de mantenimiento y obviar el lavado manual que es muy dificultoso .

RECOMENDACIONES

Realizar mantenimientos periódicos a los filtros en la tuberías para evitar problemas y realizar en la etapa de lavado una recirculacion del detergente y agua temperada unos cinco minutos antes del uso del sistema de lavado

Se recomienda a los estudiantes que lean este proyecto, investigar y aplicar los conocimientos adquiridos para realizarle una automatización al equipo en las diferentes etapas del sistema de lavado.

Se recomienda realizar un proyecto para evitar la acumulación de cilindros a la entrada y salida del túnel del lavado sea este, un mecanismo con dos bandas transportadoras junto al operador que retira y coloca los cilindros sincronizando los tiempos de salida de cada cilindro.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **J.ESPINOZA** (2006). "Diseño de un Túnel para Lavado Exterior de Cilindros G.L.P.15Kg".

2. **SHIGLEY JOSEPH E** ,Diseño de Ingenieria Mecanica, Editorial Mc. Graw Hill ,Mexico Septiembre de 1990

3. **NORTON**, "Diseño de Máquinas" (2da. Edición, 1995)

4 **LOAD & RESISTANCE FACTOR DESING** Manual de Construcciones de Acero

5.**MANUAL DEL INGENIERO MECÁNICO**, Volumen 1 y 2, 1980.

6.**GOULDS**, Goulds Pump, Inc; Catalogo Comercial,New York ,1994

7. **BONFIGLIOLI**, catalogo para seleccion de motorreductores.

8. **JOE MARTIN** Catalogo 1090 Arlington 1987

9.**VENTILACION INDUSTRIAL**, Manual de Recomendaciones Practica